水稻不稔症發生主因之探討（II）*

羅幹成、簡錦忠、何琦琛

臺灣省農業試驗所

摘　要

在盆栽臺南5號水稻上接種消毒稻細蟎，未消毒稻細蟎及稻葉鞘腐敗病菌。接有稻細蟎之處理均能產生標準之水稻不稔症病徵，接葉鞘腐敗病菌者則否。稻細蟎處理組水稻之不稔率、穗頸扭曲度、穗重、粒重及穗頸長等均顯著劣於葉鞘腐敗病菌處理組及對照組。

分析不同生育期中水稻各部之可溶性蛋白質濃度、氮素含量及非結構性醣含量，發現稻細蟎處理組均與其他組有差異，尤其非結構性醣顯示水稻營養輸導在葉鞘部遭受障礙，此可能爲水稻不稔症之主要機制。

此試驗亦證明稻細蟎在水稻不稔症中占主要的地位。

前　言

水稻不稔症發生後，被害水稻上發現高密度稻細蟎，同時亦均罹患葉鞘腐敗病。Gutierrez(1967) 最早於馬拉加西發現稻細蟎爲害水稻，並引起水稻穗頭扭曲及不稔；Jeppson *et al.* (1975)記載多種細蟎在取食時分泌有毒物質，對植物引起諸多不利反應；李氏等（1977）證實稻細蟎確能直接爲害水稻；周氏等（1976）更以稻細蟎接種水稻，成功地引發不稔症；而方氏（1978）、黃氏等（1977）、羅氏等（1979）及 Chen *et al.* (1979)亦均認爲稻細蟎爲引起稻不稔症之主因；羅氏等（1979）更發現水稻每穗含細蟎率與不稔率，每分蘗蟎數與不稔率及每分蘗蟎數與每穗含蟎率均呈極顯著正相關；而穗頸長與不稔率，穗頸長與每分蘗蟎數，分蘗數與每穗含蟎率，穗重與每穗含蟎率，穗重與每分蘗蟎數及分蘗數與每分蘗蟎數均呈顯著負相關；然謝氏等（1977）證實本省各地所採之不稔症病株上細蟎體表平均粘附有23個葉鞘腐敗病的分生孢子，故他們認爲若要證明稻細蟎是否能引起不稔症，宜先飼養無菌之稻細蟎，供爲接種源。本研究爲針對此點而作之試驗，以探討水稻不稔症之成因。

材料與方法

以 1/2000a 之栽培盆種植臺南5號水稻，爲試驗材料。試驗共5處理，3重覆，每重覆10盆水稻。東西向分三排並列，罩以網籠，網籠僅東西向爲紗網通風。5處理分別說明如下：

一、稻細蟎處理組（M）：水稻於分蘗盛期（挿秧後第27天）取人工繁殖之稻細蟎，以1％次氯酸鈉溶液浸漬1分鐘殺菌，而後接入水稻中，每盆水稻接入成蟎約500頭，此後每星期施用50％ Bavistin W. P. 1000倍稀釋液1次，以防稻葉鞘腐敗病菌之感染。

二、稻細蟎和稻葉鞘腐敗病處理組（M＋F）：稻細蟎不經殺菌處理，與上處理同時同量接入水稻，全期不施殺菌劑及殺蟎劑。

三、葉鞘腐敗病第1處理組（F_1）：780倍顯微鏡下每視野含有30個分生孢子濃度之稻葉鞘腐敗病菌孢子懸浮液，和上2處理同時注射入水稻，每分蘗注射 1ml。挿秧後第74天，再注射各重覆之中央4盆水稻，每分蘗 1ml。自第一次注射起，每2星期施用 Endrin 19.5％ E. C. 500 倍稀釋液，以防稻細蟎之侵入。

*行政農院業發展委員會補助計畫69農建—5.1—產—080（3—3）

四、稻葉鞘腐敗病菌第2處理組（F_2）：同F_1組，僅注射時間改爲孕穗期（插秧後第52天）注射。

五、對照組（CK）不接菌和蟎，每星期施用Bavistin 1次，每2星期施用 Endrin 1次，以防稻葉鞘腐敗病菌和稻細蟎之感染和侵入。

於水稻抽穗時剪取各重覆中央4盆，每盆1分蘗，調查稻細蟎數，收穫時調查中央4盆各分蘗之不稔率、穗頸扭曲度、穗重、千粒重、穗頸長。

在分蘗盛期、孕穗期、抽穗期、乳熟期、糊熟期、黃熟期分別調查葉片中之可溶性蛋白質濃度和氮素含量，稻桿和葉鞘以及稻穗中之氮素含量和非結構性醣含量。

每次在每小區內採取全株水稻四株，經水洗後，分葉片、稻桿和葉鞘及稻穗三部分，樣品置於100°C 通風乾燥箱內二小時後，再以 70°C 乾燥24小時，烘乾之水稻樣品經測定乾物重後，再使用40目篩以 Wiley mill 磨粉，供化學分析用。非結構性醣之測定依照 Smith (1969) 法進行，氮素依 semi-micro kjeldahl 法測定；而可溶性蛋白質則根據 Lowry *et al.* (1951) 之方法分析。

結　果

各不同處理之稻細蟎數及水稻農藝性狀列於表1，其中以稻細蟎處理組每分蘗蟎數最高，不稔率及穗頸扭曲度亦最高，而穗重、千粒重及穗頸長則爲最輕或最短；而稻細蟎和葉鞘腐敗病菌處理組蟎數較稻細蟎處理組低一倍以上，不稔率和穗頸扭曲度較低，而穗重、千粒重及穗頸長則較重或長；葉鞘腐敗病菌第一處理組，亦含少量稻細蟎，不稔率僅爲11%，穗頸扭曲度低，然而穗重及穗頸長減低甚爲顯著，然千粒重並未顯著減輕；稻葉鞘腐敗病菌第二處理組除穗頸扭曲度與對照組呈顯著差異外，餘均無顯著差異。

不同處理中可溶性蛋白質 (soluble protein) 濃度，氮素 (nitrogen) 含量及非結構性醣 (non-structural carbohydrates) 含量在水稻各生育期之變化如表2，3及4。水稻葉片內可溶性蛋白質濃度，稻細蟎處理組及稻細蟎和葉鞘腐敗病菌處理組在分蘗盛期較葉鞘腐敗病菌處理組及對照組爲低，孕穗期至乳熟期則各處理組間均無顯著差異，然糊熟期後，在稻細蟎處理組及稻細蟎和稻葉鞘腐敗病菌處理組之葉片內含較高濃度之可溶性蛋白質，尤其至黃熟期更趨明顯，其可溶性蛋白質在葉片內之濃度超過稻葉鞘腐敗病菌處理組及對照組之濃度之50%左右。氮素在葉片、稻桿和葉鞘及稻穗之含

表1. 各處理中含稻細蟎及葉鞘腐敗病菌對水稻農藝性狀之影響

Table 1. Influence of *S. spinki* and *S. oryzae* on 5 agronomic characters of rice plant.

處理 Treatment	每分蘗蟎數 No. mites/tiller	不稔率 (%) Sterility (%)	穗頸扭曲度* Degree of twisted panicle neck	穗重 (gm) Panicle weight	千粒重 (gm) 1,000 grains weight	穗頸長 (cm) Length of panicle neck
M	7,750a	55a	1.33a	1.5c	12.6b	31.7d
M + F	3,049b	37b	0.88b	2.0b	15.8b	34.9cd
F_1	75c	11c	0.12c	2.1b	20.7a	37.4bc
F_2	9c	9c	0.08c	2.8a	22.6a	41.0ab
CK	5c	8c	0.04d	3.1a	21.5a	43.8a

表內橫列各欄數字右方英文字母乃根據鄧肯氏多種變域測驗法所得1%顯著度之標準。

*穗頸扭曲度分爲五級，該欄每一數據爲20支之平均結果：

0級：無扭曲，　1級：微扭曲，可由手指觸覺而知，　2級：輕微扭曲，視覺可辨，

3級：中度扭曲，　4級：強烈扭曲。

表2. 不同生育期中各處理間水稻葉片內可溶性蛋白質之濃度（mg/g. f. w.）

Table 2. Concentration of soluble protein (mg/g. f. w.) in leaf blade of rice plants subjected to various mite and fungal treatments

部位 Fraction	處理 Treatment	生育期 Developmental Stage					
		分蘗盛期 Maximum Tillering	孕穗期 (near) Booting	抽穗期 Heading	乳熟期 Milky	糊熟期 Hard Dough	黃熟期 Full Ripe
葉片 Leaf Blade	M	29.5	18.8	20.0	18.0	17.0	14.9
	M＋F	30.5	21.0	22.1	20.1	18.9	16.3
	F－1	35.0	22.2	19.4	20.7	15.6	10.2
	F－2	—	18.2	21.3	18.8	15.1	12.2
	CK	34.0	20.6	22.8	22.4	16.5	11.2

量亦有如可溶性蛋白質相似之變化。至於非結構性醣含量在四處理組中，分蘗盛期至抽穗期均無顯著差異，至乳熟期，稻細蟎處理組之非結構性醣含量在稻桿和葉鞘部有顯著上升之勢，其他三處理組者則無顯著差異。然至糊熟期之後，稻細蟎處理組及稻細蟎和葉鞘腐敗病菌處理組之非結構性醣含量仍

表3. 不同生育期中各處理間水稻各部之氮素含量（%，乾物）

Table 3. Nitrogen concentration (%, dry basis) in different tissue fractions of rice plants subjected to various mite and fungal treatments

部位 Fraction	處理 Treatment	生育期 Developmental Stage					
		分蘗盛期 Maximum Tillering	孕穗期 (near) Booting	抽穗期 Heading	乳熟期 Milky	糊熟期 Hard Dough	黃熟期 Full Ripe
葉片 Leaf Blade	M	3.86	3.18	2.73	2.57	2.19	2.03
	M＋F	3.83	3.35	2.44	2.65	2.15	1.97
	F－1	3.86	3.23	2.65	2.59	2.00	1.67
	F－2	—	2.99	2.49	2.28	2.11	1.95
	CK	3.93	3.14	2.94	2.90	2.18	1.67
稻桿和葉鞘 Culm＋Leaf Sheath	M	1.60	1.13	0.81	0.82	0.84	0.79
	M＋F	1.55	1.23	0.95	1.02	0.86	0.67
	F－1	1.60	1.22	0.64	0.66	0.71	0.61
	F－2	—	1.06	0.69	0.67	0.74	0.58
	CK	1.80	1.24	0.85	0.84	0.75	0.59
稻穗 Panicle	M	—	—	1.36	1.41	1.45	1.52
	M＋F	—	—	1.44	1.34	1.36	1.34
	F－1	—	—	1.27	1.35	1.13	1.07
	F－2	—	—	1.30	1.16	1.07	1.17
	CK	—	—	1.43	1.26	1.21	1.03

表4. 不同生育期中各處理間水稻各部非結構性醣含量（%，乾物）

Table 4. Concentration of total non-structural carbohydrates (%, dry basis) in different tissue fractions of rice plants subjected to various mite and fungal treatments

部位 Fraction	處理 Treatment	生育期 Developmental Stage					
		分蘖盛期 Maximum Tillering	孕穗期 (near) Booting	抽穗期 Heading	乳熟期 Milky	糊熟期 Hard Dough	黃熟期 Full Ripe
稻桿和葉鞘 Culm + Leaf Sheath	M	5.14	14.22	19.13	27.70	27.50	35.40
	M＋F	6.78	12.10	18.30	18.94	12.27	31.36
	F－1	5.11	11.34	18.71	19.91	3.84	16.78
	F－2	—	12.34	20.40	14.63	2.16	15.10
	CK	5.20	13.65	19.39	17.37	5.32	17.22
稻穗 Panicle	M	—	—	5.22	25.69	29.84	37.43
	M＋F	—	—	6.37	31.65	42.95	50.62
	F－1	—	—	5.55	36.75	51.60	70.28
	F－2	—	—	5.74	48.23	57.03	69.56
	CK	—	—	5.88	36.70	50.19	68.49

保持相當高貯集，而稻葉鞘腐敗病菌處理組及對照組之非結構性醣含量大爲減少。至黃熟期，稻細蟎處理組及稻細蟎和葉鞘腐敗病菌處理組之非結構性醣有更高之貯集量，較稻葉鞘腐敗病菌處理組及對照組者高出一倍左右。反之在稻穗內，抽穗期之非結構性醣在四處理中無明顯差異，至乳熟期開始在稻細蟎處理組及稻細蟎和葉鞘腐敗病菌處理組之非結構性醣之含量漸趨下降，而葉鞘腐敗病菌處理組及對照組之非結構性醣含量則漸趨上升，至黃熟期其間差異愈趨明顯在40—90%之間。

討　論

接稻細蟎1個月以後，自M組水稻採回之稻細蟎又逐漸帶有葉鞘腐敗病菌，因而使本試驗遭遇困難，無法獲得百分之百之絕對結論。

4處理組中，M組及 M+F 組均獲得標準之不稔症病徵，但在 M+F 組中，蟎數較 M 組少一倍以上，其間差異之原因可能在 M+F 組中，由於葉鞘腐敗病菌之寄生，使稻細蟎之營養受到限制使然。F_1 及 F_2 組均不能獲得此標準病徵。

自表1中可見，稻細蟎在水稻上之密度與不稔率和穗頸扭曲度成正相關，而與穗重、粒重及穗軸長成負相關。各處理中，M 及 M+F 組之水稻，各農藝性狀均較其他處理爲劣，特別在不稔率上尤爲明顯。

分析不同生育期中水稻各部之可溶性蛋白質濃度、氮素含量及非結構性醣含量，均受到影響。尤其非結構性醣含量最爲顯著。抽穗以後，在稻桿及葉鞘中稻細蟎處理組（M 及 M+F 組）非結構性醣含量顯著高於未接稻細蟎組（F_1, F_2 及 CK 組），而在稻穗中則反是。顯示稻細蟎處理組中，非結構性醣之輸往穀粒之過程發生障礙，因而形成不充實穀粒及夭實米。此可能爲稻細蟎爲害水稻引起不稔症之主要機制。

綜合本試驗所得，可發現若僅防治葉鞘腐敗病似對水稻不稔症無若何功效，但若能防治稻細蟎即不會發生不稔症。故稻細蟎在水稻不稔症上之重要性已可肯定。

致　謝

文中有關水稻可溶性蛋白質，氮素及非結構性醣之含量，均由本所農藝系生理研究室劉大江博士及黃定鼎先生幫忙測定，特此致謝。

參考文獻

1.方新政。1978. 水稻不稔症與稻細蟎關係研究。臺灣農業季刊14：88—98。

2.李天爾、周延鑫。1977・稻細蟎爲害水稻之證據。科學發展月刊5：960—963。

3.周延鑫、李天爾、鄔宏潘、謝克昌、王重雄。1976・二期水稻之蟎害調查。科學發展月刊4：38—43。

4.黃讚、劉玉章、葉金彰、關崇智。1977・稻細蟎爲害調查初報。臺灣農業季刊13：49—63。

5.謝式坪鈺、梁文進、張世英。1977・水稻不稔症原因之探討(一)葉鞘腐敗病與不稔症之關連初報。植保會刊19：30—36。

6.羅幹成、何琦琛。1977・稻細蟎爲害水稻之初步觀察。科學發展月刊5：274—284。

7.羅幹成、何琦琛。1979・稻細蟎之生態觀察。中華農業研究28：181—192。

8.羅幹成、何琦琛。1979・水稻不稔症原因初步探討。中華農業研究28：193—198。

9. Chen, C. N., C. C. Cheng, and K. C. Hsiao. 1979. Bionomics of *Steneotarsonemus spinki* attacking rice plants in Taiwan. Rec. Advan. Acarol. 1：111-117.

10. Gutierrez, R. O. 1967. *Steneotarsonemus madecassus* n. sp.agent d'une deformation des panicle de riz a Madagasca (Acarina：Tarsonemidae). Bull. Soc. Entomol. France72：323-330.

11. Jeppson, L. R., H. H. Keifer and E. W. Baker 1975. Mites injurious to economic plants. Univ. Calif. Press, Berkeley. p. 92.

12. Lowry, O. H., M. J. Rosegrough, A. L. Farr and R. J. Randall. 1951. Protein measurement with the Folin-phenol reagent. J. Bol. Chem. 193：265-275.

13. Smith, D. 1969. Removing and analyzing total nonstructural carbohydrates from plant tissue. Wis. Agric. Exp. Sta. Rep. 41, 11pp.

Studies on the Cause of the Empty Rice Grains in Taiwan(II)*

K. C. Lo, C. C. Chien and C. C. Ho

Departments of Applied Zoology and Plant Pathology
Taiwan Agricultural Research Institute
Wufeng, Taichung, Taiuan 431
Republic of China

Summary

Rice plants of cultivar Tainan No. 5 were planted on 1/2,000a pots and were subjected to treatments of sterilized rice tarsonemid mites, unsterilized rice tarsonemid mites, or rice sheath rot fungus. Typical symptoms of empty grains (sterility) were induced on plants infested with rice tarsonemid mites but not on those infested with sheath rot fungus. The number of mites per tiller, sterility, panicle weight, average grain weight, length of panicle neck and degree of twisted panicle neck of the tarsonemid mite infected rice plants were significantly different from those of the sheath rot fungus infested rice plants and those of the check plants. The concentrations of soluble protein, nitrogen and total nonstructural carbohydrates in various plant organs were analyzed at several development stages. The tarsonemid mite infested rice plants were notably different from the others, especially in their total nonstructural carbohydrate content. This might be the important mechanism of the rice sterility. The implication of the rice tarsonemid mites in causing the empty grains of rice can be certified by this experiment.

*Supported by a grant 1980-5.1-080 (3—3) from Council for Agricultural Planning and Development, Executive Yuan, R. O. C.